

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-298345

(43) 公開日 平成11年(1999)10月29日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

H 0 4 B 1/10

H 0 4 B 1/10

L

H 0 1 Q 3/26

H 0 1 Q 3/26

W

H 0 4 B 7/02

H 0 4 B 7/02

Z

H 0 4 J 13/00

H 0 4 J 13/00

C

A

審査請求 有 請求項の数29 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号

特願平10-94626

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(22) 出願日

平成10年(1998)4月7日

(72) 発明者 石井 直人

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(72) 発明者 吉田 尚正

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(72) 発明者 後川 彰久

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

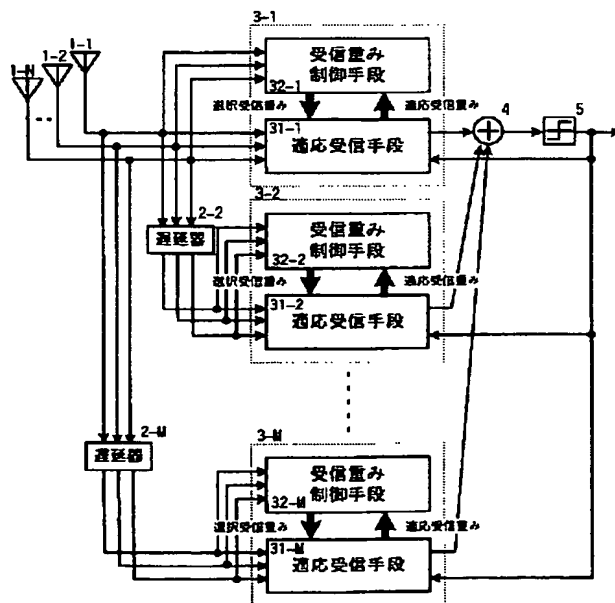
(74) 代理人 弁理士 山下 稔平

(54) 【発明の名称】 CDMA適応アンテナ受信装置及び通信システム

(57) 【要約】

【課題】 同一時刻に異なる方向から到来する希望信号を分離合成できるCDMA適応アンテナ受信装置を提供する。また、通信路に応じて受信重みの初期値を切替えることで、受信重みの収束性および追従性の優れたCDMA適応アンテナ受信装置を提供する。

【解決手段】 同一時刻に到来する1つ又は2以上の希望信号成分を受信する複数の受信器を備え、複数の受信器の各々は1つの希望信号成分の到来方向に応じて逐次指向方向を更新していく複数の適応受信部を備える。また、同一の受信器の複数の適応受信部は、同一の受信器のシンボル判定誤差を共通に使用する。更に、複数の希望信号成分の到来方向を検出する手段と、検出された複数の希望信号成分の到来方向と複数の受信部の指向方向とに応じて、複数の受信部を制御する制御手段と、を各受信器に備える。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の異なる時刻に到来し、各時刻では複数の異なる方向から到来する複数の希望信号成分を、到来時刻、および到来方向毎に適応的に形成される複数の異なるアンテナビームで受信する手段と、前記複数の異なるアンテナビームで受信した前記複数の希望信号成分を合成して希望信号を得る手段と、を備えることを特徴とするCDMA適応アンテナ受信装置。

【請求項2】 複数の異なる時刻に到来し、各時刻では複数の異なる方向から到来する複数の希望信号成分を、干渉信号を除去しつつ合成することにより希望信号を受信する受信装置において、各々が同一時刻に到来する1つ又は2以上の前記希望信号成分を受信する複数の受信器を備え、該複数の受信器の各々は1つの前記希望信号成分の到来方向を向くように逐次指向方向を更新していく複数の適応受信部を備えることを特徴とする受信装置。

【請求項3】 請求項2に記載の受信装置において、同一の受信器の複数の適応受信部は、該同一の受信器のシンボル判定誤差を共通に使用することを特徴とする受信装置。

【請求項4】 請求項2又は3に記載の受信装置に於いて、更に、前記複数の希望信号成分の到来方向の区分を検出する手段と、検出された前記複数の希望信号成分の到来方向の区分と前記複数の適応受信部の指向方向とに応じて、前記複数の適応受信部の指向方向を制御する制御手段と、を各受信器に備えることを特徴とする受信装置。

【請求項5】 請求項4に記載の受信装置において、前記制御手段は、前記複数の到来方向の区分のいずれかに入る指向方向を持つ適応受信部がないときに、該区分に入る指向方向を有する適応受信部を追加することを特徴とする受信装置。

【請求項6】 請求項4に記載の受信装置において、前記制御手段は、1つの到来方向の区分に複数の適応受信部の指向方向が入る時に、該複数の適応受信部のうち受信精度の高い適応受信部以外の適応受信部の動作を停止させることを特徴とする受信装置。

【請求項7】 請求項4に記載の受信装置において、前記制御手段は、前記複数の到来方向の区分のいずれにも入らない指向方向をもつ適応受信部の動作を停止させることを特徴とする受信装置。

【請求項8】 請求項4に記載の受信装置において、前記制御手段は、装置の動作開始時に、前記複数の到来方向の区分を代表する指向方向を前記複数の適応受信部の指向方向とすることを特徴とする受信装置。

【請求項9】 請求項4に記載の受信装置において、前記制御手段は、受信の瞬断があったときに、前記複数の適応受信部の該瞬断前の指向方向を前記複数の適応受信部の瞬断後の指向方向とすることを特徴とする受信装

置。

【請求項10】 複数の異なる時刻に到来し、各時刻では複数の異なる方向から到来する複数の希望信号成分を、干渉信号を除去しつつ合成することにより希望信号を受信する受信装置において、各々が前記複数の異なる時刻の各々に到来する複数の希望信号成分のいずれかを受信する複数の受信器を備え、該複数の受信器の各々は前記複数の希望信号成分のいずれかの到来方向を向くように逐次指向方向を更新していく適応受信部と、前記複数の希望信号成分の到来方向の区分を検出する手段と、検出された前記複数の希望信号成分の到来方向の区分と前記適応受信部の指向方向とに応じて、前記適応受信部の指向方向を制御する制御手段と、を備えることを特徴とする受信装置。

【請求項11】 請求項10に記載の受信装置において、前記制御手段は、前記複数の到来方向の区分のうち相対的にレベルの高い希望信号成分を得られる区分に前記適応受信部の指向方向が入らないときに、前記適応受信部の指向方向を該区分を代表する指向方向とすることを特徴とする受信装置。

【請求項12】 請求項10に記載の受信装置において、前記制御手段は、装置の動作開始時に、前記複数の到来方向の区分のうち相対的にレベルの高い希望信号を得られる区分を代表する指向方向を前記適応受信部の指向方向とすることを特徴とする受信装置。

【請求項13】 請求項10に記載の受信装置において、前記制御手段は、受信の瞬断があったときに、前記適応受信部の該瞬断前の指向方向を前記適応受信部の瞬断後の指向方向とすることを特徴とする受信装置。

【請求項14】 複数のアンテナと、該複数のアンテナで受信した信号を希望信号の遅延時間に応じて所定の時間だけ遅延させる複数の遅延器と、該複数の遅延器の出力毎に適応的なアンテナビームで受信する複数の適応受信手段と、該複数の適応受信手段の各々で異なる到来方向の希望信号を独率なアンテナビームで受信するように前記複数の適応受信手段の各々の受信重みを制御する複数の受信重み制御手段と、前記複数の適応受信手段の出力を合成する第1の加算器と、前記第1の加算器の出力をシンボル判定し、出力する判定シンボルを前記複数の適応受信手段へ供給する判定器と、を備えることを特徴とするCDMA適応アンテナ受信装置。

【請求項15】 請求項14に記載のCDMA適応アンテナ受信装置において、前記適応受信手段が、複数の適応受信部と、該複数の適応受信部の出力を加算する第2の加算器と、該第2の加算器の出力を前記判定シンボルから減じ差を前記複数の適応受信部に供給する減算器と、を備え、異なる方向から到来する希望信号を異なる適応的なアンテナビームで受信することを特徴とするCDMA適応アンテナ受信装置。

【請求項16】 請求項15に記載のCDMA適応アン

10

20

30

40

50

テナ受信装置において、前記複数の適応受信器の各々が、前記複数のアンテナの受信信号に対応して複数の逆拡散手段と、前記逆拡散手段の各々に重み付けを行なう複数の第1の乗算器と、該複数の第1の乗算器の出力を合成する第3の加算器と、該第3の加算器の出力を復調する検波器と、前記減算器の出力に前記検波器が出力する通信路歪みを乗じる第2の乗算器と、該第2の乗算器の出力と前記逆拡散手段の出力を遅延させた信号とから受信重みを適応的に計算する適応更新手段とを備え、前記複数の適応受信部の各々の受信重みは独立に制御されることを特徴とするCDMA適応アンテナ受信装置。

【請求項17】 請求項16に記載のCDMA適応アンテナ受信装置において、前記適応更新手段は、前記減算器の出力である共通のシンボル判定誤差を用いて最小二乗平均誤差制御により、前記受信重みを制御することを特徴とするCDMA適応アンテナ受信装置。

【請求項18】 請求項16に記載のCDMA適応アンテナ受信装置において、前記検波器が、前記第3の加算器の出力から前記通信路歪みを推定する通信路推定手段と、前記通信路歪みの複素共役数を作成する複素共役作成手段と、前記第3の加算器の出力と前記複素共役数とを乗ずる第3の乗算器とを備えることを特徴とするCDMA適応アンテナ受信装置。

【請求項19】 請求項15に記載のCDMA適応アンテナ受信装置において、前記受信重み制御手段が、前記複数のアンテナの受信信号に対応して複数の逆拡散手段と、該逆拡散手段の各々に複数の異なる重み付け合成を行ない、複数の異なる到来方向に対するマルチビームを形成し、各々のビームで受信した信号を出力するマルチビーム形成手段と、該マルチビーム形成手段の出力の中で希望信号のレベルの高い1つ以上のビームを選択ビームとして選択し、該選択ビームの受信重みと到来方向を出力するビーム選択手段と、前記適応受信手段が計算する適応受信重みを用いて、希望信号の到来方向を推定する到来方向推定手段と、該希望信号の推定された到来方向と前記選択ビームの到来方向とを比較する比較手段と、前記比較手段の出力により前記選択ビームの受信重み又は前記適応受信重みを選択し、前記適応受信手段へ選択受信重みとして出力する選択手段を備えることを特徴とするCDMA適応アンテナ受信装置。

【請求項20】 請求項19に記載のCDMA適応アンテナ受信装置において、前記比較手段が、一定の周期で前記選択ビームの到来方向と前記希望信号の推定された到来方向とを比較し、前記選択ビームの到来方向に対応する前記希望信号の推定された到来方向が存在しない場合には、前記選択ビームの到来方向に対して新たに適応受信を行なうように前記選択手段が前記選択ビームの受信重みを新たに追加する前記適応受信部の受信重みの初期値として与えることを特徴とするCDMA適応アンテナ受信装置。

10

20

30

40

50

【請求項21】 請求項19に記載のCDMA適応アンテナ受信装置において、前記比較手段が、一定の周期で前記選択ビームの到来方向と前記希望信号の推定された到来方向とを比較し、ある1つの前記選択ビームの到来方向に対応する前記希望信号の推定された到来方向が1つ以上存在する場合には、前記ある1つの選択ビームの到来方向に対して1つの前記適応受信部の動作を継続し、他の前記適応受信部の動作を停止するように前記選択手段が1つ以上の前記適応受信重みの中で最も高精度に制御された1つを動作を継続させる前記適応受信部の適応重みとして与えることを特徴とするCDMA適応アンテナ受信装置。

【請求項22】 請求項19に記載のCDMA適応アンテナ受信装置において、前記比較手段が、一定の周期で前記選択ビームの到来方向と前記希望信号の推定された到来方向とを比較し、前記希望信号の推定された到来方向に対応する前記選択ビームの到来方向が存在しない場合には、前記選択ビームの到来方向に対する適応受信部の動作を停止するように前記選択手段はその適応受信重みの出力を停止することを特徴とするCDMA適応アンテナ受信装置。

【請求項23】 請求項19に記載のCDMA適応アンテナ受信装置において、通信が初めて行なわれるため、前記比較手段には、前記希望信号の推定された到来方向の入力が存在せず、前記選択手段には、前記適応受信重みの入力が存在しない時、前記選択ビームの到来方向の全てに対して新たに適応受信を行なうように前記選択手段は前記選択ビームの受信重みの全てを選択し、前記適応受信部の受信重みの初期値として与えることを特徴とするCDMA適応アンテナ受信装置。

【請求項24】 請求項19に記載のCDMA適応アンテナ受信装置において、ある通信の終了からある程度短い一定の時間において通信が再開される場合に、前記比較手段は、通信の終了時における前記希望信号の推定された到来方向を入力として用い、前記選択手段は、通信の終了時における前記適応受信重みを入力として用いることを特徴とするCDMA適応アンテナ受信装置。

【請求項25】 請求項1に記載のCDMA適応アンテナ受信装置を基地局又は移動局に用いたことを特徴とする通信システム。

【請求項26】 請求項2乃至9のいずれか1項に記載の受信装置を基地局又は移動局に用いたことを特徴とする通信システム。

【請求項27】 請求項10乃至13のいずれか1項に記載の受信装置を基地局又は移動局に用いたことを特徴とする通信システム。

【請求項28】 請求項14乃至24のいずれか1項に記載のCDMA適応アンテナ受信装置を基地局又は移動局に用いたことを特徴とする通信システム。

【請求項29】 複数の異なる時刻に到来し、各時刻で

は複数の異なる方向から到来する複数の希望信号成分を、到来時刻、および到来方向毎に適応的に形成される複数の異なるアンテナビームで受信するステップと、前記複数の異なるアンテナビームで受信した前記複数の希望信号成分を合成して希望信号を得るステップと、を有することを特徴とするCDMA適応アンテナ受信方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はCDMA適応アンテナ受信装置に関し、特に複数の異なる時刻に到来し、同一時刻において複数の異なる到来方向から到来する複数の希望信号成分を分離合成するCDMA適応アンテナ受信装置に関する。

【0002】

【従来の技術】CDMA方式は、加入者容量を大幅に拡大し得る可能性があるため、基地局と携帯移動局を含めた移動通信システムにおける多重アクセス方式として注目されている。

【0003】従来、CDMA方式の移動通信システムで使用されるCDMA適応アンテナ受信装置は、例えば「王、河野、今井、"スペクトル拡散多元接続のための拡散処理利得を用いたTDLアダプティブアレーアンテナ", 電子情報通信学会論文誌, Vol. J75-BII, No. 11, pp. 815-825, 1992」や「田中、三木、佐和橋、"DS-SS-CDMAにおける判定帰還型コヒーレント適応ダイバーシチの特性", 電子情報通信学会、無線通信システム研究会技術報告書RCS96-102, 1996年11月」に示されるように、アンテナの指向性による干渉除去に用いられている。

【0004】図5は、従来のCDMA適応アンテナ受信装置の一例を示す構成図である。これはいわゆるレイク(RAKE)受信器である。受信アンテナの数をN( $N \geq 2$ 以上の整数)、マルチパスの数をM( $M \geq 1$ 以上の整数)とし、第kユーザ( $k$ は1以上の整数)に対するCDMA適応アンテナ受信装置について説明する。アンテナ110-1~110-Nにより受信された信号は遅延時間の違いによって第1パスから第Mパスまでに区別され、遅延器120-2~120-Mと適応受信手段130-1~130-Mに入力される。遅延器120-2~120-Mは第1パスにタイミングを同期させるように入力信号を遅延させる。そのため、遅延器120-1の遅延量は0であるので図では省略してある。適応受信器の出力は加算器140により加算されて判定器150に入力される。判定器150の出力は第kユーザの受信シンボルとして出力されるだけでなく、適応受信手段130-1~130-Mにも送られる。

【0005】適応受信手段130-1~130-Mはおのの構成を取るもので図6に第mパス( $1 \leq m \leq M$ )用の適応受信手段を示す。受信信号は逆拡散手段161-1~161-Nにより拡散復調された後、乗算器162-1~162-Nと遅延器163に送られる。受信信号は、乗算器161-1~161-Nにより受信重みを乗ぜられ、加算器164により加算されて重み付け合成される。なお、受信重みはベクトルであり、ベクトル

ルの各成分は各々の乗算器161-1~161-Nで使用される。重み付け合成された信号は乗算器165、通信路推定手段166及び減算器169に送られる。通信路推定手段166は乗算器165の出力より通信路歪みを推定する。乗算器165は、通信路歪みの複素共役数を生成する。通信路歪みの複素共役数は乗算器165で加算器164の出力に乗ぜられる。乗算器165の出力は復調信号であり図5の加算器140に送られる。加算器140により適応受信手段130-1~130-Mの出力が加算され、RAKE合成が行なわれ、判定器150によりデータシンボルが判定される。

【0006】適応受信手段130-m( $1 \leq m \leq M$ )において、判定器150の出力には、乗算器168により通信路推定手段166の出力する通信路歪みが乗ぜられて減算器169に入力される。減算器169は乗算器168の出力から加算器164の出力を減じて誤差を計算し、この誤差を適応更新手段170へ出力する。適応更新手段170は、減算器169から得られる誤差と、遅延器163の出力により復調に要する時間だけ遅延したアンテナ受信信号とを用いて受信重みを更新する。ここで、適応更新アルゴリズムは公知のアルゴリズム(例えば、Least Mean Squareアルゴリズム)を用いることができる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】従来技術の第1の問題点は、同一時刻に異なる角度から到来する複数の希望信号を分離合成することができないという点である。それは、適応受信手段内で使用される受信重みが、適応受信手段毎に1組しかないからである。

【0008】従来技術の第2の問題点は、受信重みの収束速度が遅く、追従性が悪いという点である。それは、受信重みの初期値の決め方がどの通信路に対しても同一であり、再度更新を開始する時に以前の受信重みを利用しないためである。

【0009】本発明の目的は、同一時刻に異なる方向から到来する複数の希望信号を分離合成できるCDMA適応アンテナ受信装置を提供することにある。

【0010】本発明の他の目的は、受信重みの収束性および追従性の優れたCDMA適応アンテナ受信装置を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明のCDMA適応アンテナ受信装置は適応受信手段毎に複数の適応受信部を備える。この構成により異なる時刻および同一時刻の異なる方向の希望信号成分毎に指向性を用意でき、本発明の第1の目的を達成できる。

【0012】また、本発明は受信重み制御手段を有する。この構成により希望信号の到来方向を予測できるため、本発明の第2の目的を達成できる。

【0013】

【発明の実施の形態】〔実施形態1〕実施の形態について図1、2、3及び4を参照して説明する。受信アンテナの

数を $N$  ( $N$ は2以上の整数)、マルチパスの数を $M$  ( $M$ は1以上の整数)、同一時刻における適応受信部の数は $L$  ( $L$ は1以上の整数)とし、第 $k$ ユーザ ( $k$ は1以上の整数)に対するCDMA適応アンテナ受信装置について説明する。

【0014】図1を参照すると、各々が異なった方向の指向性を持つアンテナ1-1~1-Nで受信した受信信号は、遅延器2-2~2-Mに入力される。アンテナ1-1~1-Nの各々には、例えば等分角 ( $360/N$ 度) 毎の方向の指向性が割り当てられる。遅延器2-1は遅延量が0なので図では省略した。遅延器2-2~2-Mは異なった時刻に到来する希望信号成分が受信手段3-1~3-Mで同時に受信できるように適応的にアンテナ受信信号を遅延させる。これにより、異なる時刻で到来する信号を分離して各受信手段3-1~3-Mに供給したことになる。受信手段3-1~3-Mの出力は加算器4により合成される。加算器4の出力を基に判定器5は第 $k$ ユーザの送信シンボルを判定する。判定されたシンボルは受信手段3-1~3-Mに帰還され、受信重みの適応更新に利用される。

【0015】次に受信手段3-1~3-Mについて詳細に説明する。受信手段3-1~3-Mは各々適応受信手段31-1~31-Mと受信重み制御手段32-1~32-Mより構成される。

【0016】まず、適応受信手段31-1~31-Mについて説明する。適応受信手段31-1~31-Mは全て同一の構成であるので、適応受信手段31-1を図2を参照して説明する。受信重み制御手段32-1により異なる $L$ 方向から到来する希望信号が見つかるので、図2を参照すると、適応受信手段31-1は $L$ 方向分の適応受信部6-1~6-Lを有する。他の適応受信手段31-2~31-Mも同様に受信重み制御手段32-2~32-Mにより到来する希望信号の数を知り、同数の適応受信部を備える。

【0017】更に、適応受信部6-1~6-Lは同一の構成であるので、適応受信部6-1の説明を行なう。適応受信部6-1に入力された信号は、逆拡散手段61-1~61-L-Nにより拡散復調される。適応受信部6-1は受信重み制御手段32-1から適応更新手段69-1で選択受信重み6-1-aを受けとる。拡散復調された信号は後述する適応受信重みと乗算器62-1-1~62-1-Nで乗ぜられた後、加算器63-1により加算される。なお適応受信重みはベクトルであり、ベクトルの各成分が乗算器62-1-1~62-1-Nに供給される。加算信号はアンテナ1-1~1-N毎の受信信号に重みを付けられたものである。特定の指向性を持ったものとなる。従って、加算器63-1の出力において、アンテナビームが形成される。拡散復調された信号は遅延器64-1にも入力される。通信路推定手段67-1は重み付け加算された信号を入力し、複素数で表現される通信路歪みを推定する。複素共役作成手段66-1は通信路歪みの複素共役数を作成する。重み付け加算された信号は、乗算器65-1で通信路歪みの複素共役数が乗じられることにより検波される。通信路推定手段66-1による推定方式としては、例えば、

「三瓶、"陸上移動通信用16QAMのフェージングひずみ補

償方式"、電子情報通信学会論文誌、Vol. J72-B11、No. 1、pp. 7-15、1989」に示されるように、定期的に挿入された既知のシンボルから伝送路特性(フェージング特性)を測定し、測定部以外、すなわち信号シンボル部の伝送路特性を内挿することにより推定する方式を用いることができる。

【0018】適応受信部6-1~6-Lによって求められたデータ復調結果は加算器7で加算される。この加算信号は、同一時刻において異なる方向から到来する希望信号のデータ復調結果を合成したものということになる。判定器5によって得られた判定結果と加算器7の出力との差分である誤差が減算器8によって求められる。この誤差は適応受信手段31-1内の適応受信部6-1~6-Lで適応受信手段31-1のシンボル判定誤差として共通に用いられる。

【0019】更に、適応受信部6-1を中心として説明する。減算器8から出力される共通のシンボル判定誤差は乗算器68-1により通信路推定手段67-1の出力を乗ぜられて適応更新手段69-1に入力される。適応更新手段69-1は受信重み制御手段32-1から得られた選択受信重みに対して適応更新を行ない、適応更新された適応受信重みは乗算器62-1-1~62-1-Nと受信重み制御手段32-1に送られる。一方、逆拡散手段61-1-1~61-1-Nにより拡散復調された信号は、乗算器68-1から出力される誤差を計算するのに所要の時間だけ遅延器64-1で遅延されて適応更新手段69-1に入力される。適応更新手段69-1はこれらの2つの信号、すなわち、乗算器68-1から出力される誤差と遅延器64-1から出力される拡散復調信号、を用いて受信重みを更新する。適応更新アルゴリズムとしては例えば最小二乗平均誤差制御を用いればよい。同様に適応受信部6-2~6-Lでも、減算器8から出力される共通のシンボル判定誤差を用いて互いに独立に受信重みが更新される。

【0020】次に、受信重み制御手段32-1~32-Mについて説明する。受信重み制御手段32-1~32-Mの構造は全て同一であるので、受信重み制御手段32-1を図3を参照して説明する。

【0021】アンテナ1-1~1-Nで受信され受信重み制御手段32-1に入力された信号は、アンテナ受信信号毎に逆拡散手段91-1~91-Nにより拡散復調される。拡散復調された信号はマルチビーム形成手段92に入力される。マルチビーム形成手段92は異なる到来方向に指向性ビームを形成する受信重みを複数組だけ予め持っており、複数のビーム出力とそのビームに対応する到来方向をビーム選択手段93に出力する。マルチビーム形成手段92の各ビームの方向は等間隔になるように設定しておくこととどの方向からも出力を得られる。ビーム選択手段93は入力希望信号のレベルを比較して相対的に高レベルの出力を1つ以上 ( $L$ 個以下) 選択する。マルチビーム形成手段92の受信重みの組の数は、選択される相対的に高レベルの出力の数よりも通常は多めに用意しておく。ビーム選択手段93は選択されたビームを形成する受信重みをビーム選択手段94

に、そのビームの到来方向を比較手段95に出力する。選択手段94には、ビーム選択手段93から選択ビーム受信重みが入力され、また、適応受信手段31-1の適応受信部6-1~6-Lの適応更新手段69-1~69-Lで計算される適応受信重み6-1-b~6-L-bが入力される。

【0022】到来方向推定手段96は適応受信手段31-1の適応受信部6-1~6-Lの適応更新手段69-1~69-Lから適応受信重み6-1-b~6-L-bを受けとり、それらの到来方向を推定して出力する。到来方向推定手段96を図4を参照して説明する。

【0023】到来方向発生手段96-1が到来方向を発生し、受信重み生成手段96-2が到来方向を受信重みに変換する。受信重み生成手段96-2より得られる受信重みと適応受信重み6-1-b~6-L-bの相関を相関計算手段96-3により計算する。最大値検出手段96-4は、複数の到来方向に関して相関計算を行なった結果から相関値の最大値を求め、到来方向出力手段96-5は、最大の相関値に対応した到来方向を到来方向発生手段96-1から入力する到来方向から選択して比較手段95に出力する。

【0024】図4では到来方向推定手段96はL個の系列の回路より構成されるとしたが、これを一系列にして時分割処理を行わせても良い。

【0025】比較手段95はビーム選択手段93からの選択ビーム到来方向と到来方向推定手段96からの適応受信重みに対応した到来方向を比較してどちらを選択するかという情報を選択手段94に送る。選択手段94は選択ビーム重みか適応受信重みのいずれかを選択受信重み6-1-a~6-L-aとして選択して適応受信手段31-1の適応受信部6-1~6-Lの適応更新手段69-1~69-Lに送る。但し、後述するように選択手段94は内部に保有している特殊な値を選択受信重み6-1-a~6-L-aとして出力する場合もある。

【0026】ここで、選択手段94および比較手段95の動作について詳しく説明する。まず、比較手段95はL個の到来方向に対応してL回の同一の処理を一周期として繰り返し動作し、受信重みの初期値を与えるために働く。

【0027】選択手段94は、一周期の中で、選択受信重み6-1-a~6-L-aを順次初期化する。初期化時には、選択手段94は適応受信重み6-i-b (i=1~L) 又は選択ビーム受信重みのうち比較手段95により指定されたものを選択受信重み6-i-a (i=1~L) をとするが、初期化以外のときには適応受信重み6-i-b (i=1~L) を選択受信重み6-i-a (i=1~L) をとする。

【0028】比較手段95は選択手段94に初期化時に選択ビーム受信重み又は適応受信のうちのどちらを選択すべきかの情報を送るが、その情報は以下のように決定する。

【0029】まず、選択ビームの到来方向と適応受信重みの到来方向を比較し、選択されたビームの到来方向に対応する適応受信重みが存在しない場合は、その選択された方向に対して新たに選択されたビームの受信重みを

初期値とする適応受信部を追加し、逆にある適応受信部から出力される適応受信重みの到来方向に選択されたビームが存在しない場合は、その該当する適応受信部の動作を停止させる。前記の適応受信部の追加は、停止していた適応受信部に新たに選択されたビームの受信重みを選択受信重みの初期値として動作を再開させることにより実現される。追加や停止は、例えば、選択手段94が内部に持つ特別な選択受信重みを出力したり不図示の制御線の信号の値を変化させることなどにより行うことができる。

【0030】さらに、選択されたビームの到来方向のある1つの方向に対応する適応受信重みが複数存在する場合には、最も精度の高い出力を行なう適応受信重みを持つ適応受信部の動作を継続させ、他の適応受信重みをもつ適応受信部の動作を休止させる。最も精度の高い出力を行なう適応受信重みを持つ適応受信部を検出するためには、適応受信部6-1~6-Lの内部の例えば加算器63-1~63-Lのレベルなどの信号を参照する。

【0031】通信がはじめて開始された場合には、適応受信重みが定まっていないので、到来方向推定手段96へは適応受信重みが入力されないために到来方向は推定できず、選択手段94にも適応受信重みが入力されないで、ビーム選択手段93によって得られる到来方向に対する選択ビーム重みが選択手段94により選択されて適応受信手段31-1の適応受信部6-1~6-Lの適応更新手段69-1~69-Lに送られる。

【0032】受信重み制御手段32-1が、最適値に近い受信重みである選択ビーム受信重みを適応更新手段69-1~69-Lに初期値として与えるので、受信重みの適応更新の最適値への収束が早くなる。

【0033】また、CDMAパケット通信のようにある通信の終了からある程度短い時間（各々のアンテナビームの受信範囲から基地局の位置がはずれない程度の時間）において通信が再開されるような場合（瞬断がある場合）、到来方向推定手段96は、通信の終了時における適応受信重みを入力として到来方向の推定を行ない、比較手段95に到来方向を出力し、比較手段94の出力に基づき選択ビーム重みか通信終了時の適応受信重みかのいずれかを適応受信手段31-1の適応受信部6-1~6-Lの適応更新手段69-1~69-Lに送る。この動作は、受信重みを通信路の変化に追従することを容易にする。

【0034】【実施形態2】実施形態1では、適応受信部6-1~6-Lが1個又は複数個あったが、本実施形態では適応受信部は1個だけである。従って、L=1となる。

【0035】本実施形態では、マルチビーム形成手段92は実施形態1と同様な動作をし、ビーム選択手段93は受信レベルの相対的に高い1つのビームを選択する。比較手段95は、選択ビーム到来方向と適応受信重み6-1-bより推定された到来方向を比較し、両方向が略一致しているときには、比較手段95は、適応受信重み6-1-bを選択

10

20

30

40

50

するように選択手段94に指示する。そうでないときには、比較手段95は、選択ビーム受信重みを選択するように選択手段94に指示する。

【0036】通信がはじめて開始された場合の動作、瞬断のある場合の動作は、実施形態1と同様である。

【0037】なお、以上の実施形態では受信アンテナの指向性は等間隔であるとしたが、本発明では、受信アンテナの配置間隔に制限はない。例えば、搬送波の2分の1波長を配置間隔として良い。また、本発明では、受信アンテナの数Nには制限はない。更に、本発明では、受信アンテナの配置に制限はなく、例えば、円状配置、直線は位置などとすることができる。更に、本発明では、受信アンテナ単体での指向性に制限はなく、例えば、オムニアンテナ、セクタアンテナなどでもよい。

【0038】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、同一時刻に複数の異なる方向から到来する希望信号成分を分離合成できる。それは、同一時刻において複数のアンテナビームを用意できるからである。

【0039】また、本発明によれば、適応受信重みが早く最適値に収束できる。それは、選択受信重みの最適値に近い初期値を受信重み制御手段で求めて、適応受信手段において、その初期値を基に受信重みを最適値にするための更新が行われるからである。

【0040】更に、本発明によれば、通信路の変化に対する追従性の良い受信重みの適応更新ができる。それは、選択ビーム到来方向と適応受信重みから推定される到来方向を基にして、希望信号成分の新たな到来方向に対応して選択受信部の動作を初期化するからである。

【0041】更に、本発明によれば、通信が中断される場合においても通信路の変化に対する追従性の良い受信重みの適応更新が出来る。それは、通信路の中断後に中断前の適応受信重みを利用するからである。

【0042】更に、本発明によれば、小電力化することができる。それは、重複した受信重みの適応受信部が動作しないからである。また、選択ビーム到来方向が無い方向の指向性を形成する受信重みの適応受信部の動作が休止するからである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明におけるCDMA適応アンテナ受信装置の構成を示すブロック図である。

【図2】図1の適応受信手段の構成を示すブロック図で

ある。

【図3】図1の方向推定重み制御手段の構成を示すブロック図である。

【図4】図3の到来方向推定手段の構成を示すブロック図である。

【図5】従来例によるCDMA適応アンテナ受信装置である。

【図6】図5の適応受信手段の構成を示すブロック図である。

10 【符号の説明】

1-1~1-N アンテナ

2-1~2-M 遅延器

3-1~3-M 受信手段

31-1~31-M 適応受信手段

32-1~32-M 受信重み制御手段

4 加算器

5 判定器

6-1~6-L 適応受信部

61-1-1~61-1-N, 61-2-1~61-2-N, 61-L-1~61-L-N 逆  
20 拡散手段

62-1-1~62-1-N, 62-2-1~62-2-N, 62-L-1~62-L-N 乗  
算器

63-1~63-L 加算器

64-1~64-L 遅延器

65-1~65-L 乗算器

66-1~66-L 複素共役作成手段

67-1~67-L 通信路推定手段

68-1~68-L 乗算器

69-1~69-L 適応更新手段

30 7 加算器

8 減算器

91-1~91-N 逆拡散手段

92 マルチビーム形成手段

93 ビーム選択手段

94 選択手段

95 比較手段

96 到来方向推定手段

96-1 到来方向発生手段

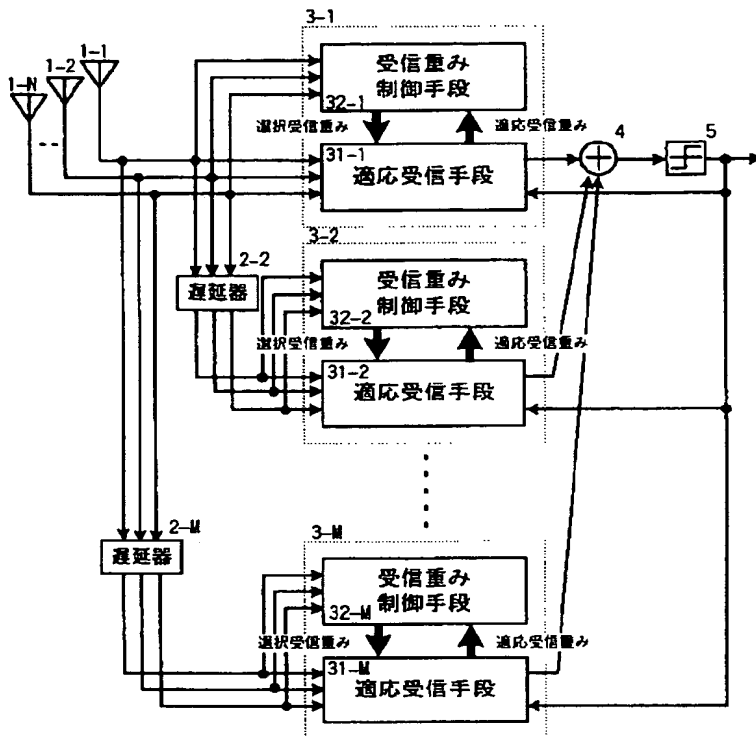
96-2 受信重み生成手段

40 96-3 相関計算手段

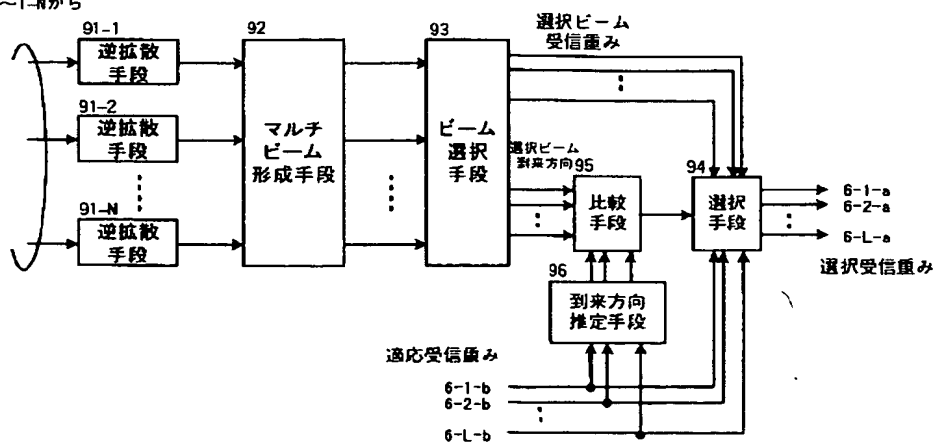
96-4 最大値検出手段

96-5 到来方向出力手段

3-1

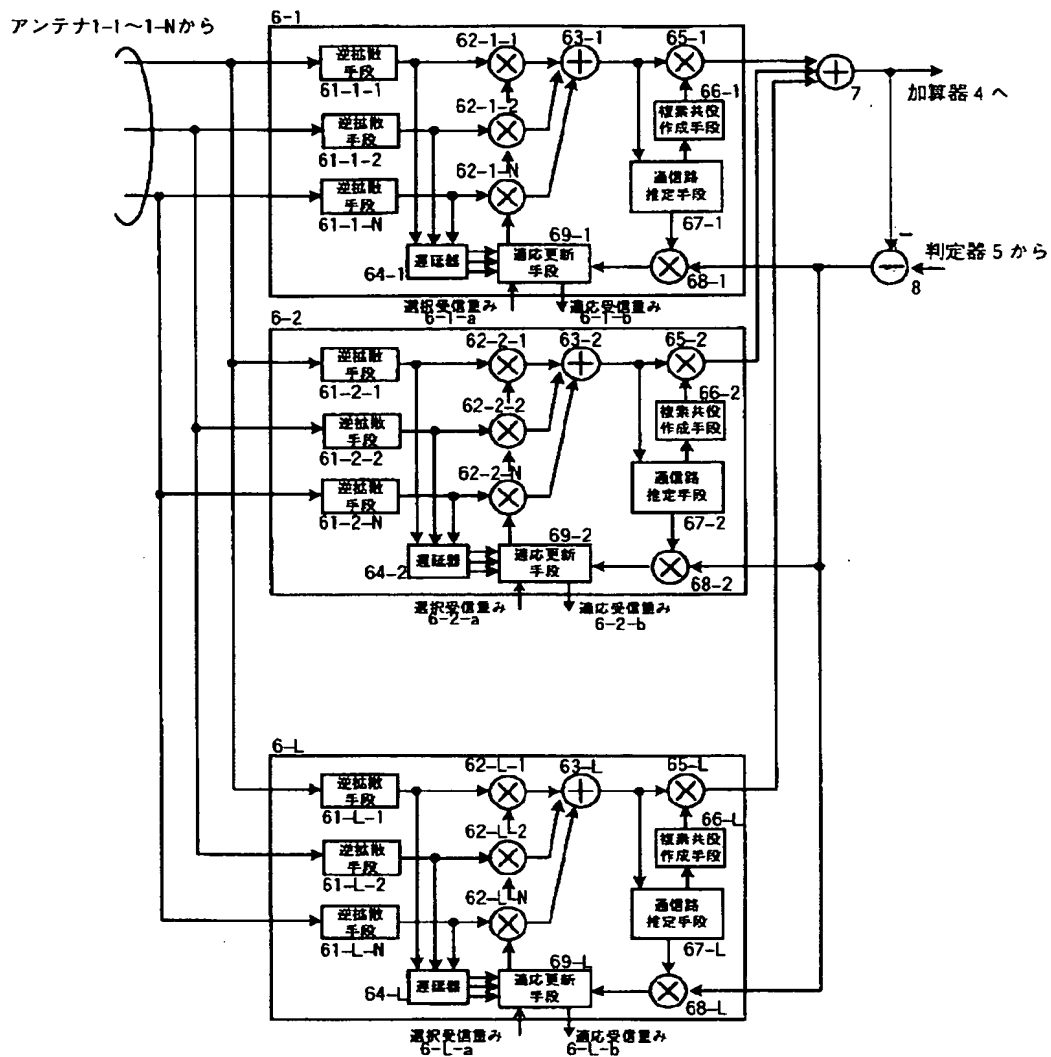


アンテナ1-1~1-Nから

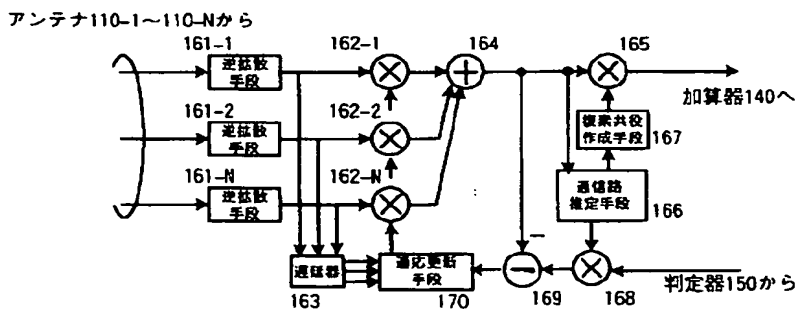




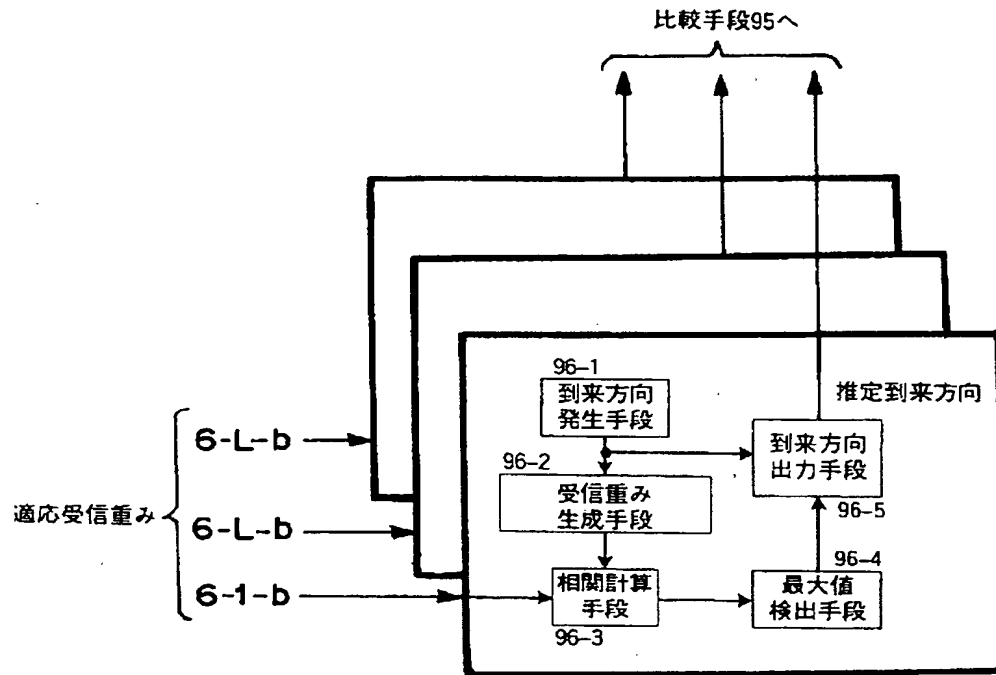
【図 2】



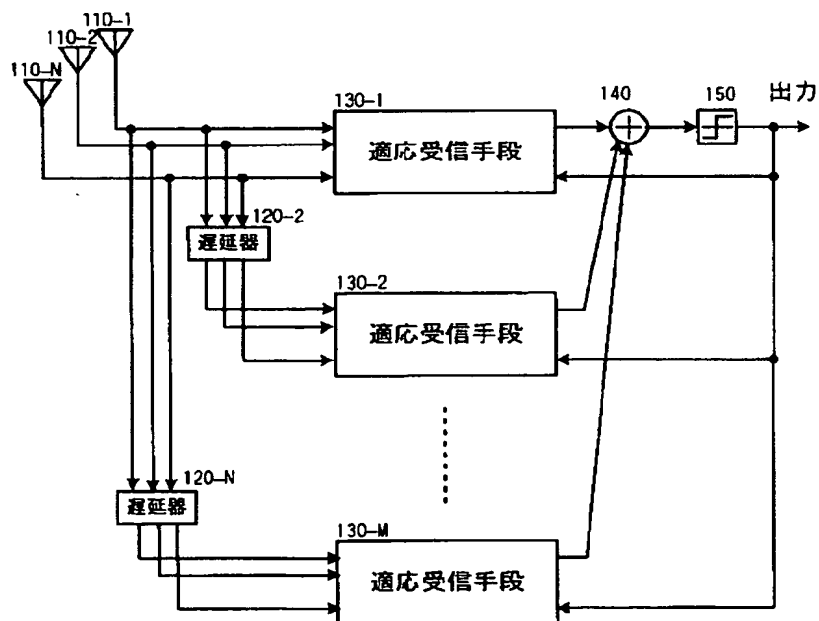
【図 6】



【図 4】



【図 5】



## 【手続補正書】

【提出日】平成 1 1 年 3 月 1 7 日

## 【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の異なる時刻に到来し、各時刻では複数の異なる方向から到来する複数の希望信号成分を、到来時刻、および到来方向毎に適応的に形成される複数の異なるアンテナビームで受信する手段と、前記複数の異なるアンテナビームで受信した前記複数の希望信号成分を合成して希望信号を得る手段と、を備えることを特徴とする CDMA 適応アンテナ受信装置。

【請求項 2】 複数の異なる時刻に到来し、各時刻では複数の異なる方向から到来する複数の希望信号成分を、干渉信号を除去しつつ合成することにより希望信号を受信する受信装置において、各々が同一時刻に到来する 1 つ又は 2 以上の前記希望信号成分を受信する複数の受信器を備え、該複数の受信器の各々は 1 つの前記希望信号成分の到来方向を向くように逐次指向方向を更新していく複数の適応受信部を備えることを特徴とする受信装置。

【請求項 3】 請求項 2 に記載の受信装置において、同一の受信器の複数の適応受信部は、該同一の受信器のシンボル判定誤差を共通に使用することを特徴とする受信装置。

【請求項 4】 請求項 2 又は 3 に記載の受信装置に於いて、更に、前記複数の希望信号成分の到来方向の区分を検出する手段と、検出された前記複数の希望信号成分の到来方向の区分と前記複数の適応受信部の指向方向とに応じて、前記複数の適応受信部の指向方向を制御する制御手段と、を各受信器に備えることを特徴とする受信装置。

【請求項 5】 請求項 4 に記載の受信装置において、前記制御手段は、前記複数の到来方向の区分のいずれかに入る指向方向を持つ適応受信部がないときに、該区分に入る指向方向を有する適応受信部を追加することを特徴とする受信装置。

【請求項 6】 請求項 4 に記載の受信装置において、前記制御手段は、1 つの到来方向の区分に複数の適応受信部の指向方向が入る時に、該複数の適応受信部のうち受信精度の高い適応受信部以外の適応受信部の動作を停止させることを特徴とする受信装置。

【請求項 7】 請求項 4 に記載の受信装置において、前記制御手段は、前記複数の到来方向の区分のいずれにも入らない指向方向をもつ適応受信部の動作を停止させることを特徴とする受信装置。

【請求項 8】 請求項 4 に記載の受信装置において、前

記制御手段は、装置の動作開始時に、前記複数の到来方向の区分を代表する指向方向を前記複数の適応受信部の指向方向とすることを特徴とする受信装置。

【請求項 9】 請求項 4 に記載の受信装置において、前記制御手段は、受信の瞬断があったときに、前記複数の適応受信部の該瞬断前の指向方向を前記複数の適応受信部の瞬断後の指向方向とすることを特徴とする受信装置。

【請求項 10】 複数の異なる時刻に到来し、各時刻では複数の異なる方向から到来する複数の希望信号成分を、干渉信号を除去しつつ合成することにより希望信号を受信する受信装置において、各々が前記複数の異なる時刻の各々に到来する複数の希望信号成分のいずれかを受信する複数の受信器を備え、該複数の受信器の各々は前記複数の希望信号成分のいずれかの到来方向を向くように逐次指向方向を更新していく適応受信部と、前記複数の希望信号成分の到来方向の区分を検出する手段と、検出された前記複数の希望信号成分の到来方向の区分と前記適応受信部の指向方向とに応じて、前記適応受信部の指向方向を制御する制御手段と、を備えることを特徴とする受信装置。

【請求項 11】 請求項 10 に記載の受信装置において、前記制御手段は、前記複数の到来方向の区分のうち相対的にレベルの高い希望信号成分を得られる区分に前記適応受信部の指向方向が入らないときに、前記適応受信部の指向方向を該区分を代表する指向方向とすることを特徴とする受信装置。

【請求項 12】 請求項 10 に記載の受信装置において、前記制御手段は、装置の動作開始時に、前記複数の到来方向の区分のうち相対的にレベルの高い希望信号を得られる区分を代表する指向方向を前記適応受信部の指向方向とすることを特徴とする受信装置。

【請求項 13】 請求項 10 に記載の受信装置において、前記制御手段は、受信の瞬断があったときに、前記適応受信部の該瞬断前の指向方向を前記適応受信部の瞬断後の指向方向とすることを特徴とする受信装置。

【請求項 14】 複数のアンテナと、該複数のアンテナで受信した信号を希望信号の遅延時間に応じて所定の時間だけ遅延させる複数の遅延器と、該複数の遅延器の出力毎に適応的なアンテナビームで受信する複数の適応受信手段と、該複数の適応受信手段の各々で異なる到来方向の希望信号を独立なアンテナビームで受信するように前記複数の適応受信手段の各々の受信重みを制御する複数の受信重み制御手段と、前記複数の適応受信手段の出力を合成する第 1 の加算器と、前記第 1 の加算器の出力をシンボル判定し、出力する判定シンボルを前記複数の適応受信手段へ供給する判定器と、を備えることを特徴とする CDMA 適応アンテナ受信装置。

【請求項 15】 請求項 14 に記載の CDMA 適応アン

テナ受信装置において、前記適応受信手段が、前記受信重みにより前記アンテナビームを形成する複数の適応受信部と、該複数の適応受信部の出力を加算する第2の加算器と、該第2の加算器の出力を前記判定シンボルから減じ差を前記複数の適応受信部に供給する減算器と、を備え、異なる方向から到来する希望信号を異なる適応的なアンテナビームで受信することを特徴とするCDMA適応アンテナ受信装置。

【請求項16】 請求項15に記載のCDMA適応アンテナ受信装置において、前記複数の適応受信器の各々が、前記複数のアンテナの受信信号に対応して複数の逆拡散手段と、前記逆拡散手段の各々の出力に前記受信重みにより重み付けを行なう複数の第1の乗算器と、該複数の第1の乗算器の出力を合成する第3の加算器と、該第3の加算器の出力を復調する検波器と、前記減算器の出力に前記検波器が出力する通信路歪みを乗じる第2の乗算器と、該第2の乗算器の出力と前記逆拡散手段の出力を遅延させた信号とから受信重みを適応的に計算する適応更新手段とを備え、前記複数の適応受信部の各々の受信重みは独立に制御されることを特徴とするCDMA適応アンテナ受信装置。

【請求項17】 請求項16に記載のCDMA適応アンテナ受信装置において、前記適応更新手段は、前記減算器の出力である共通のシンボル判定誤差を用いて最小二乗平均誤差制御により、前記受信重みを制御することを特徴とするCDMA適応アンテナ受信装置。

【請求項18】 請求項16に記載のCDMA適応アンテナ受信装置において、前記検波器が、前記第3の加算器の出力から前記通信路歪みを推定する通信路推定手段と、前記通信路歪みの複素共役数を作成する複素共役作成手段と、前記第3の加算器の出力と前記複素共役数とを乗ずる第3の乗算器とを備えることを特徴とするCDMA適応アンテナ受信装置。

【請求項19】 請求項15に記載のCDMA適応アンテナ受信装置において、前記受信重み制御手段が、前記複数のアンテナの受信信号に対応して複数の逆拡散手段と、該複数の逆拡散手段の各々に複数の互いに異なる重み付け合成を行ない、複数の異なる到来方向に対するマルチビームを形成し、各々のビームで受信した信号を出力するマルチビーム形成手段と、該マルチビーム形成手段の出力の中で希望信号のレベルの高い1つ以上のビームを選択ビームとして選択し、該選択ビームの受信重みと到来方向を出力するビーム選択手段と、前記適応受信手段が計算する適応受信重みを用いて、希望信号の到来方向を推定する到来方向推定手段と、該希望信号の推定された到来方向と前記選択ビームの到来方向とを比較する比較手段と、前記比較手段の出力により前記選択ビームの受信重み又は前記適応受信重みを選択し、前記適応受信手段へ選択受信重みとして出力する選択手段を備えることを特徴とするCDMA適応アンテナ受信装置。

【請求項20】 請求項19に記載のCDMA適応アンテナ受信装置において、前記比較手段が、一定の周期で前記選択ビームの到来方向と前記希望信号の推定された到来方向とを比較し、前記選択ビームの到来方向に対応する前記希望信号の推定された到来方向が存在しない場合には、前記選択ビームの到来方向に対して新たに適応受信を行なうように前記選択手段が前記選択ビームの受信重みを新たに追加する前記適応受信部の受信重みの初期値として与えることを特徴とするCDMA適応アンテナ受信装置。

【請求項21】 請求項19に記載のCDMA適応アンテナ受信装置において、前記比較手段が、一定の周期で前記選択ビームの到来方向と前記希望信号の推定された到来方向とを比較し、ある1つの前記選択ビームの到来方向に対応する前記希望信号の推定された到来方向が2つ以上存在する場合には、前記ある1つの選択ビームの到来方向に対して1つの前記適応受信部の動作を継続し、他の前記適応受信部の動作を停止するように前記選択手段が2つ以上の前記適応受信重みの中で最も高精度に制御された1つの適応受信重みを動作を継続させる前記適応受信部の適応受信重みとして与えることを特徴とするCDMA適応アンテナ受信装置。

【請求項22】 請求項19に記載のCDMA適応アンテナ受信装置において、前記比較手段が、一定の周期で前記選択ビームの到来方向と前記希望信号の推定された到来方向とを比較し、ある適応受信部の前記希望信号の推定された到来方向に対応する前記選択ビームの到来方向が存在しない場合には、当該適応受信部の動作を停止するように前記選択手段は当該適応受信部の選択受信重みの出力を停止することを特徴とするCDMA適応アンテナ受信装置。

【請求項23】 請求項19に記載のCDMA適応アンテナ受信装置において、通信が初めて行なわれるため、前記比較手段には、前記希望信号の推定された到来方向の入力が存在せず、前記選択手段には、前記適応受信重みの入力が存在しない時、前記選択ビームの到来方向の全てに対して新たに適応受信を行なうように前記選択手段は前記選択ビームの受信重みの全てを選択し、前記適応受信部の選択受信重みの初期値として与えることを特徴とするCDMA適応アンテナ受信装置。

【請求項24】 請求項19に記載のCDMA適応アンテナ受信装置において、ある通信の終了からある程度短い一定の時間において通信が再開される場合に、前記比較手段は、通信の終了時における前記希望信号の推定された到来方向を入力として用い、前記選択手段は、通信の終了時における前記適応受信重みを入力として用いることを特徴とするCDMA適応アンテナ受信装置。

【請求項25】 請求項1に記載のCDMA適応アンテナ受信装置を基地局又は移動局に用いたことを特徴とする通信システム。

【請求項 2 6】 請求項 2 乃至 9 のいずれか 1 項に記載の受信装置を基地局又は移動局に用いたことを特徴とする通信システム。

【請求項 2 7】 請求項 1 0 乃至 1 3 のいずれか 1 項に記載の受信装置を基地局又は移動局に用いたことを特徴とする通信システム。

【請求項 2 8】 請求項 1 4 乃至 2 4 のいずれか 1 項に記載の CDMA 適応アンテナ受信装置を基地局又は移動局に用いたことを特徴とする通信システム。

【請求項 2 9】 複数の異なる時刻に到来し、各時刻では複数の異なる方向から到来する複数の希望信号成分を、到来時刻、および到来方向毎に適応的に形成される複数の異なるアンテナビームで受信するステップと、前記複数の異なるアンテナビームで受信した前記複数の希望信号成分を合成して希望信号を得るステップと、を有することを特徴とする CDMA 適応アンテナ受信方法。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 0 5

【補正方法】変更

【補正内容】

【0 0 0 5】適応受信手段 130-1~130-M はおのの同一の構成を取るので図 6 に第  $m$  パス ( $1 \leq m \leq M$ ) 用の適応受信手段を示す。受信信号は逆拡散手段 161-1~161-N により拡散復調された後、乗算器 162-1~162-N と遅延器 163 に送られる。受信信号は、乗算器 161-1~161-N により受信重みを乗ぜられ、加算器 164 により加算されて重み付け合成される。なお、受信重みはベクトルであり、ベクトルの各成分は各々の乗算器 161-1~161-N で使用される。重み付け合成された信号は乗算器 165、通信路推定手段 166 及び減算器 169 に送られる。通信路推定手段 166 は加算器 164 の出力より通信路歪みを推定する。複素共役作成手段 167 は、通信路歪みの複素共役数を生成する。通信路歪みの複素共役数は乗算器 165 で加算器 164 の出力に乗ぜられる。乗算器 165 の出力は復調信号であり図 5 の加算器 140 に送られる。加算器 140 により適応受信手段 130-1~130-M の出力が加算され、RAKE 合成が行なわれ、判定器 150 によりデータシンボルが判定される。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 1 7

【補正方法】変更

【補正内容】

【0 0 1 7】更に、適応受信部 6-1~6-L は同一の構成であるので、適応受信部 6-1 の説明を行なう。適応受信部 6-1 に入力された信号は、逆拡散手段 61-1-1~61-1-N により拡散復調される。適応受信部 6-1 は受信重み制御手段 32-1 から適応更新手段 69-1 で選択受信重み 6-1-a を受けとる。拡散復調された信号は後述する適応受信重みと乗算器 62-1-1~62-1-N で乗ぜられた後、加算器 63-1 により加

算される。なお適応受信重みはベクトルであり、ベクトルの各成分が乗算器 62-1-1~62-1-N に供給される。加算信号はアンテナ 1-1~1-N 毎の受信信号に重みを付けられたものである。従って、加算器 63-1 の出力において、アンテナビームが形成される。拡散復調された信号は遅延器 64-1 にも入力される。通信路推定手段 67-1 は重み付け加算された信号を入力し、複素数で表現される通信路歪みを推定する。複素共役作成手段 66-1 は通信路歪みの複素共役数を作成する。重み付け加算された信号は、乗算器 65-1 で通信路歪みの複素共役数が乗じられることにより検波される。通信路推定手段 67-1 による推定方式としては、例えば、「三瓶、"陸上移動通信用 16QAM のフェージングひずみ補償方式"、電子情報通信学会論文誌、Vol. J72-BII、No. 1、pp. 7-15、1989」に示されるように、定期的に挿入された既知のシンボルから伝送路特性（フェージング特性）を測定し、測定部以外、すなわち信号シンボル部の伝送路特性を内挿することにより推定する方式を用いることができる。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 2 8

【補正方法】変更

【補正内容】

【0 0 2 8】比較手段 95 は選択手段 94 に初期化時に選択ビーム受信重み又は適応受信重みのうちどちらを選択すべきかの情報を送るが、その情報は以下のように決定する。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 3 3

【補正方法】変更

【補正内容】

【0 0 3 3】また、CDMA パケット通信のようにある通信の終了からある程度短い時間（各々のアンテナビームの受信範囲から基地局の位置がはずれない程度の時間）において通信が再開されるような場合（瞬断がある場合）、到来方向推定手段 96 は、通信の終了時における適応受信重みを入力として到来方向の推定を行ない、比較手段 95 に到来方向を出力し、選択手段 94 は比較手段 95 の出力に基づき選択ビーム重みか通信終了時の適応受信重みかのいずれかを適応受信手段 31-1 の適応受信部 6-1~6-L の適応更新手段 69-1~69-L に送る。この動作は、受信重みを通信路の変化に追従することを容易にする。

【手続補正 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】図 3

【補正方法】変更

【補正内容】

【図 3】図 1 の受信制御手段の構成を示すブロック図で

ある。

【手続補正 7】

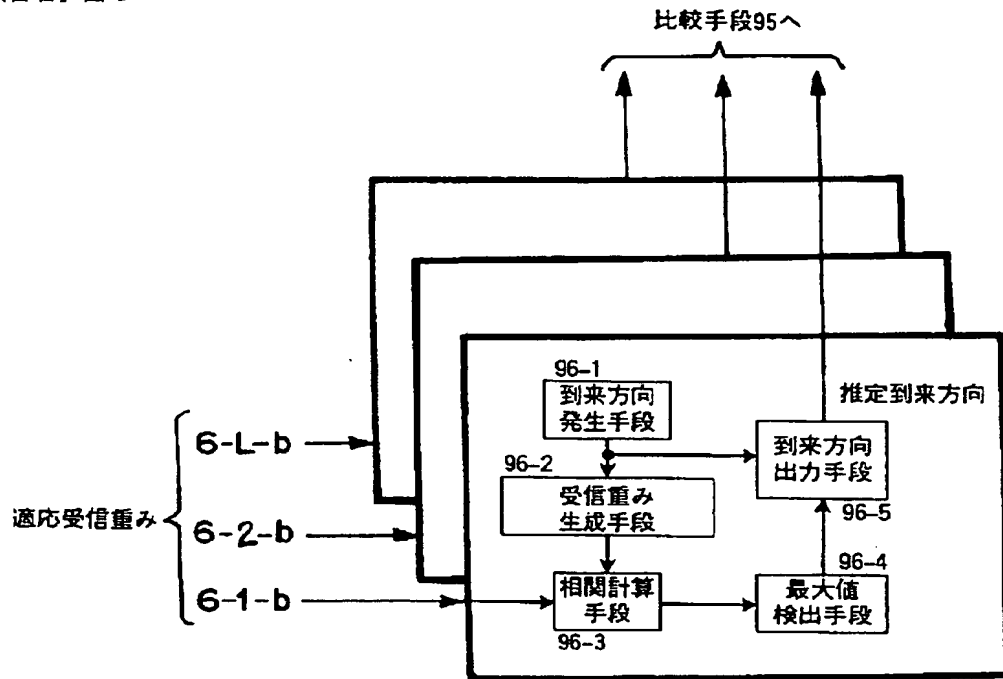
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 4

【補正方法】変更

【補正内容】

【図 4】



【手続補正 8】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 5

【補正方法】変更

【補正内容】

【図 5】

